

## UCC 콘텐츠 업로딩의 클라우드 컴퓨팅 활용 방안에 대한 연구

\*허윤석 \*\*황교진 \*\*\*서덕영

경희대학교

\*hyscokr@khu.ac.kr

## Study on Method of UCC Contents Uploading with Cloud Computing

\*Yoon Seok Heo, \*\*Kyo Jin Hwang, \*\*\*Doug Young Suh

Kyung Hee University

## 요약

본 논문은 UCC(User Created Contents)라는 새로운 유형의 방송의 일종이 대두됨에 따라 모바일 기기를 주로 사용하는 UCC의 특성을 분석하여 UCC 서비스를 이용하는 모바일 기기의 인코딩과 업로딩에 따르는 에너지 소비를 계산하고 에너지를 효율적으로 사용할 수 있는 방식을 제안한다. 또한 제안한 방식의 에너지 효율을 시뮬레이션을 통해 입증한다.

## 1. 서론

현재 가장 큰 방송 시스템인 TV는 방송국에서 다수의 전문 인력과 비교적 많은 비용으로 생산되어 영상을 시청하는 복수의 소비자에게 콘텐츠를 일방적으로 전송한다. 소비자는 특수한 TV 또는 장비 연결을 통하지 않고는 방송국에서 제공하는 영상만을 시청할 수밖에 없다. 하지만 최근 몇 년 사이 등장하기 시작한 UCC라는 방송 서비스는 TV에 비해 열악한 제작 조건과 비교적 상당히 적은 비용을 소모하며 제작된다. 또한 일반인들이 제작하는 UCC의 경우에는 대부분 휴대용 기기를 사용하기 때문에 원활한 서비스를 위한 장비조차 전무하다. 따라서 방송 서비스에 필요한 영상을 효과적으로 인코딩하기 힘들다. 이에 UCC 서비스를 위한 인코딩 방식에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 UCC서비스에 요즘 부각되는 이슈 중 하나인 클라우드 컴퓨팅을 활용하는 방법에 대해 소개한다. 클라우드 컴퓨팅이란 인터넷 상에 존재하는 서버를 통하여 데이터 저장, 네트워크, 콘텐츠 사용 등 IT 관련 대부분의 서비스를 이용할 수 있는 컴퓨터 환경을 뜻하며, 저장된 데이터에 대한 프로세싱도 가능하다.

Zhu et. al. [1]은 클라우드 컴퓨팅을 이용한 멀티미디어 서비스를 소개하였다. G. Kalic, I. Bojic, M. Kusek [2]는 멀티미디어 서비스의 제한적인 에너지의 특성에 대하여 설명한다. 클라우드 컴퓨팅을 이용한 멀티미디어 서비스를 위한 오프로딩으로 인해 발생하는 득실을 해결하기 위해 Jayant Baliga[3]은 연산, 저장, 전송의 과정 중 에너지 사용량을 연구하였다. Eemil Lagerspetz 와 Sasu Tarkoma 는 [4]에서 오프로딩을 하였을 때 모바일에서의 에너지 이득을 계산하였다. 이는 모바일 기기가 가지고 있는 배터리 문제를 오프로딩을 통해 보완할 수 있음

을 보여준다. 위 문헌들을 바탕으로 먼저 실시간 UCC 방송 서비스에서 각 세부 모듈마다 쓰이는 에너지 소비량을 계산하여 어떤 모듈을 오프로딩 할 것인가를 알아본다. 또한 각 모듈을 오프로딩 하였을 때 늘어난 전송량과 이에 따른 추가 에너지 소비량을 계산한다. 본 논문의 2 장에서는 연구를 진행하게 된 배경 설명과 오프로딩을 조절하는데 쓰이는 인코딩 설정 값들에 대해 소개하고 에너지 소비량을 계산하기 위한 수식을 정리한다. 3장에서는 에너지 효율을 높이기 위한 방법에 대해 소개하고 세부적인 시나리오를 설명한다. 4장, 5장에서는 각각 이 방식이 기존의 방식들보다 얼마나 에너지 이득을 얻을 수 있는지 실험하고, 그 결과를 정리한다.

## 2. 배경

컨텐츠를 생성하는 단말기는 휴대용 기기로 가용 전력과 연산 속도가 제한적이므로, 인코딩 환경이 나쁘다는 것을 전제로 한다. 클라우드는 네트워크상에 존재하고, 휴대용 단말기에 비해 연산과 가용 전력에 제한이 없으며, 독립적인 연산과정들은 병렬적으로 수행하여 시간을 단축할 수 있다. 이런 이점을 이용하기 위해 UCC 방송 서비스 업로더는 클라우드로부터 메모리와 CPU 를 대여하고 연산을 클라우드에 넘겨준다. 먼저 오프로딩 할 연산에는 어떠한 것이 있고, 그에 따른 에너지 소비량을 알아본다. 모바일 서비스에서 전송에 사용되는 에너지는 전송 환경에 따라 변하므로 이를 고려해야 한다.

표 1 은 H.264/AVC 의 JM 으로 MOBILE 영상 300 장을 GOP size 16, Intra period 16 으로 압축하였을 때, Intell parallel studio 프로그램을 이용하여 모듈 별로 연산 시간을 측

정한 결과로 압축 모듈마다 연산량을 알 수 있다. 표 1 을 보면 알 수 있듯이 인코딩 과정 중 가장 많은 연산을 차지하는 부분은 ME(Motion Estimation) 모듈이다.

ME 과정은 영상 전송 단위인 GOP(Group of Picture)의 프레임 구성에 따라 그 연산 정도를 조절할 수 있다. 이런 인코딩 설정 값들을 이용하여 자원이 제한적인 휴대용 단말기에선 연산을 적게 수행하여 압축한 후 클라우드로 재차 압축하는 오프로딩이 가능하다.

모듈	시간/프레임(ms/frame)	비율(%)
ME	3529.115	75
DCT	406.083	8.63
기타	770.288	16.37
전체	4705.486	100

표 1. 모듈별 인코딩 연산 시간

### 3. UCCC(User Created Contents over Cloud)

본 장에서는 클라우드를 이용하는 UCC 서비스에서 에너지를 효율적으로 사용하는 방식을 제안한다. 이는 그림 1 과 같이 압축률이 낮은 방식으로 인코딩 된 데이터를 클라우드에서 재차 인코딩하여 서비스를 제공하는 방식이다.

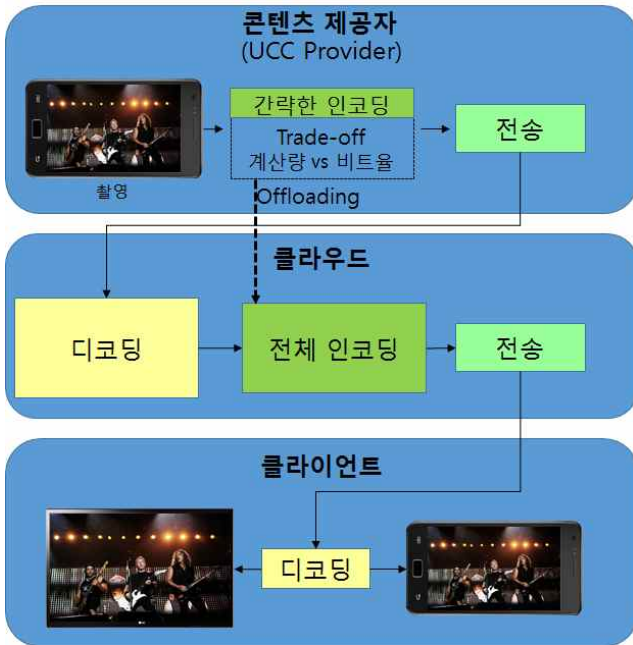


그림 1. UCCC 시나리오

비디오 서비스의 경우 한 GOP 는 보통 500ms 에 해당하므로 UCCC 서비스의 SINR 값도 500ms 마다 적용한다. UCC 콘텐츠 업로더가 사용한 에너지는  $E_u$ 는 (1)과 같이 표현된다 [3][4]. 업로더는 GOP 단위로 인코딩 방식을 현재 시각의 전송 환경에 따라 달리한다.  $P_p$ 는 컴퓨팅 파워로 단말기에서 연산에

쓰이는 CPU 전력[W]을,  $P_s$ 는 한 bit 당 전송 전력[W/bit]을, D 는 현재 GOP 의 데이터 크기[bit]를, B 는 대역폭[bits/sec]을 나타낸다.  $E_u$ 는 현재 영상을 인코딩 타입 k 로 처리하는데 쓰이는 에너지이다.

$$E_u[k, SINR] = \frac{P_p \times C[k]}{X} + \frac{P_s[SINR] \times D[k]}{B[SINR]} \quad (1)$$

$\frac{C[k]}{X}$  는 (2)와 같이 현재 GOP 를 인코딩 타입 k 로 인코딩 하는데 필요한 시간  $T_p[k]$ ,  $\frac{D[k]}{B[SINR]}$  는 인코딩 타입 k 로 인코딩된 데이터를 전송하는데 필요한 시간  $T_s[k, SINR]$ 로 표현할 수 있다.

$$E_u[k, SINR] = P_p T_p[k] + P_s[SINR] T_s[k, SINR] \quad (2)$$

$E_u$ 가 최소일 때 UCC 서비스 업로더 단말기는 가장 이득을 보게 되며, 이때 사용자의 단말기를 가장 효율적으로 사용한다고 할 수 있다. 현재 SINR 값에 대해  $E_u$ 를 최소로 하는 인코딩 타입을  $k^*$ 이라 하면 (3)과 같이 표현된다.

$$k^* = \underset{k}{\operatorname{argm\,in}} (E_u[k, SINR]) \quad (3)$$

$E_u^*$ 는 현재 SINR 값에 대해 가장 적합한 인코딩 타입  $k^*$ 로 인코딩 하는데 사용된 에너지다. 이는 (4)과 같이 표현된다.

$$E_u^* = E_u[k^*, SINR] \quad (4)$$

### 4. UCCC 실험 결과

우리는 인코딩 시간과 비트율의 반비례 관계에 큰 영향을 미치는 Motion Estimation 을 IDR period를 조정하는 방식으로 그 비율을 결정하였다. IDR period 가 증가할수록 인코딩 연산량이 커지므로 전력이 증가한다[6].

전송 에너지의 측정을 위해 표 3 과 같이 임의로 시물레이션 을 정하였다. 영상마다 인코딩 시간과 비트율의 변화율이 다르기 때문에 2 가지 영상을 인코딩 한 결과의 평균 값을 사용하였다. 해상도는 HD 720p 영상으로 결정하였다.

항목	수치
영상	Stockholm, Pedestrian
해상도	1280 × 720
시스템 대역폭	20MHz
전송 전력	24dBm
IDR period	1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 (7개 유형)
MCS 레벨	4~15

표 2. 시물레이션 설정

영상의 IDR period 값이 증가할수록 ME 연산량이 늘어나

로 인코딩 복잡도가 증가한다. 인코딩 복잡도와 인코딩 전력은 비례하므로 IDR period 값의 증가에 따라 인코딩 전력도 증가한다. 720p Pedestrian 영상의 결과는 표 4 와 같다[6]. 영상의 인코딩 복잡도는 해상도가 같으면 큰 차이가 없기 때문에 720p 영상의 인코딩 전력값은 표 4 의 값을 따른다.

IDR period	Avg encoding complexity ( $\times 10^9$ cycles)	Avg power consumption (W)	Avg PSNR (dB)
1	1.94	0.06	32.96
2	2.28	0.09	34.06
3	2.67	0.14	35.24
4	3.00	0.20	36.03
5	3.28	0.25	36.61
10	4.00	0.45	37.87
15	4.38	0.59	38.86

표 3. 인코딩 전력[6]

전송 에너지 측정 시뮬레이션은 LTE 망을 기준으로 삼았다. SINR 값이 -3dB 보다 작을수록 주파수 효율이 0 bit/s/Hz 에 수렴하므로 전송이 이루어질 수 없다고 할 수 있다[5]. 때문에 SINR 값이 -3dB 보다 큰 MCS 레벨4 부터 시뮬레이션 결과를 도출하였다. 전송 전력이 24dBm 일 경우 전송에 필요한 전력은 대략 2W 이다[7, 그림. 3].

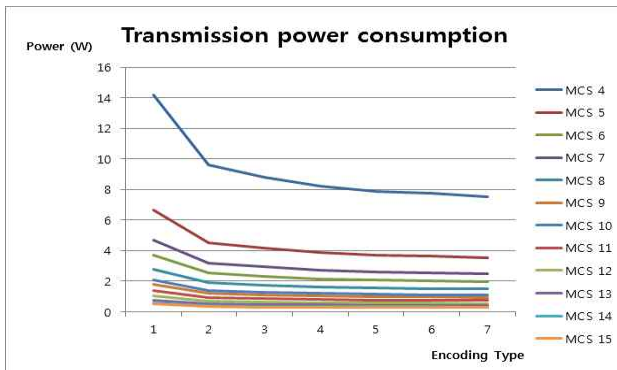


그림 2. 전송 소비 전력

그림 2 는 LTE 망 MCS 레벨 별 스펙의 코드율과 심볼당 비트율을 이용하여 레퍼런스 프로그램 JM 으로 인코딩 한 영상의 평균 비트율을 전송하는데 필요한 전력을 계산한 결과이다.

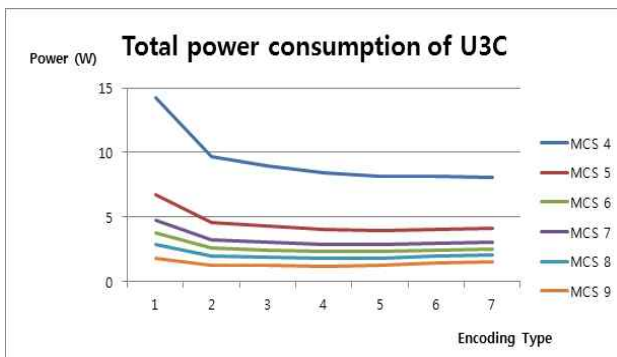


그림 3. 전체 소비 전력

그림 3 과 4 는 각 MCS level 별 인코딩전력과 전송전력을 합한 전체 전력이다. 각 MCS 레벨 마다 전력이 최소인 타입이 서비스하기에 가장 적절한 최적의 인코딩 타입임을 나타낸다.

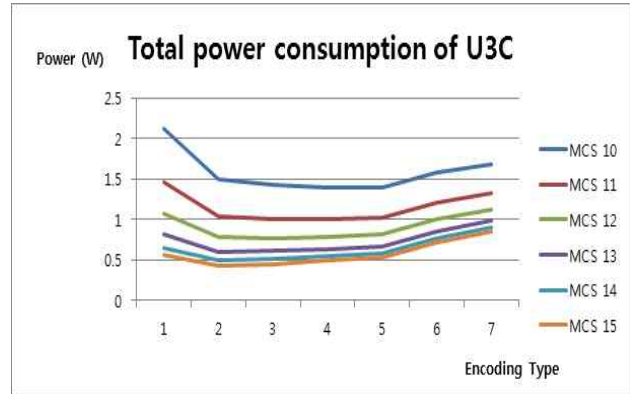


그림 4. 전체 전력 소비

표 5 는 MCS level 별로 UCCC를 서비스하기에 가장 적절한 인코딩 타입을 나타낸다. MCS level 이 높을수록, 즉 신호세기가 강할수록 오프로딩을 통해 에너지 이득을 얻을 수 있다.

MCS 레벨	인코딩 타입(IDR period)
4	7(15)
5 ~ 8	5(5)
9 ~ 11	4(4)
12	3(3)
13 ~ 15	2(2)

표 4. MCS 레벨 별 인코딩 타입

### 5. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서 우리는 모바일 기기에서 에너지 관리에 중점을 둔 실시간 UCC 방송 서비스에 적합한 방식을 제안했다. 이 방식은 모바일 기기에서의 한정적인 에너지를 오프로딩을 이용해 효율적으로 활용하는 것이 가능하다. 우리는 모바일 기기의 특성상 수시로 변하는 통신 환경에 맞춰 인코딩 연산 복잡도를 조절하여 최적의 인코딩 타입을 찾아냈다. 하지만 영상마다 비트율, 인코딩 시간 등 결과가 조금씩 다르므로 아직 모든 영상에서의 효과를 충분히 보는 것은 쉽지 않다. 모든 영상에서의 만족스러운 결과를 얻기 위해서는 영상 정보를 예측하는 방법이 추가되어야 한다. 영상 정보를 예측하는 방법을 추가시킨다면 보다 효율적인 에너지사용이 가능할 것이다.

#### 참고 문헌

[1] W. Zhu, C. Luo, J. Wang, S. Li, "Multimedia Cloud Computing," Signal Processing Magazine, IEEE, May 2011.  
 [2] G. Kalic, I. Bojic, M. Kusek, "Energy consumption in android phones when using wireless communication

- technologies,” in MIPRO, 2012 Proceedings of the 35<sup>th</sup> International Convention, pp.754-759, May 2012.
- [3] J. Baliga, R.W.A. Ayre, K. Hinton, R.S. Tucker, “Green Cloud Computing: Balancing Energy in Processing, Storage, and Transport,” Proceedings of the IEEE, Jan. 2011.
- [4] E. Lagerspetz, S. Tarkoma, “Mobile Search and the Cloud: The Benefits of Offloading,” Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2011 IEEE International Conference on Mar. 2011.
- [5] M. Lauridsen, A. R. Jensen, P. Mogensen, “Reducing LTE Uplink Transmission Energy by Allocating Resources,” in Vehicular Technology Conference (VTC Fall), 2011 IEEE, pp. 1-5, Sept. 2011.
- [6] Y. H. Lee, J. S. Kim, C. M. Kyung, “Energy-Aware Video Encoding for Image Quality Improvement in Battery-Operated Surveillance Camera,” in Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, IEEE Transactions on, pp. 310-318, Feb. 2012.